

# **ESTUDOS DE LOCALIZAÇÃO DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE SUPLEMENTOS PROTÉICOS A PARTIR DE RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS**

**Luciano Fernandes Monteiro (UFS)**

lucianofm@uol.com.br

**Flavio Luiz Honorato da Silva (UFPB)**

flhs@deq.ufcg.edu.br

**Odelsia Leonor Sanchez de Alsina (UNIT)**

odelsia@deq.ufcg.edu.br

**Victor Rangel Mendonca (UFS)**

victorrangel16@gmail.com

**Joana Nogueira Santos Silva (UFS)**

joana\_nog@hotmail.com



*As indústrias de processamento de frutas geram grandes quantidades de resíduos e em geral estes resíduos são descartados no ambiente, misturando os oriundos das diferentes frutas. Um aproveitamento racional e eficiente desses resíduos como substrato para a produção de proteínas microbianas poderá dar resultados satisfatórios na produção de suplementos para rações, agregando valor e contribuindo para minimizar os problemas de deposição dos resíduos. Este trabalho tem como objetivo analisar o processo de obtenção de enriquecidos protéicos para ração animal a partir de mistura dos resíduos agroindustriais do processamento das seguintes frutas, abacaxi, pedúnculo do caju e maracujá, visando à melhor logística de distribuição e a minimização dos custos do produto final. O estudo do enriquecimento protéico foi realizado por fermentação semi-sólida (FSS) utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo e mistura de resíduos destas frutas como substrato. Foi realizado levantamento para identificação dos fornecedores de resíduos e de seus potenciais produtores no estado de Sergipe. Mediante estudo de caso, através do método do centro de gravidade, a localização recomendada para uma unidade produtora no estado de Sergipe foi o município de Estância.*

*Palavras-chaves: enriquecimento protéico, resíduos de frutas, viabilidade econômica*

## 1. Introdução

De acordo com Pinto *et al.* (2005) a geração de resíduos e subprodutos é inerente a qualquer setor produtivo. O aumento da conscientização ecológica, iniciado no final do Século XX, deixou claro que o grande desafio da humanidade para as próximas décadas é equilibrar a produção de bens e serviços, crescimento econômico, igualdade social e sustentabilidade ambiental. Diante deste contexto, observa-se que as organizações estão cada vez mais interagindo de forma sistêmica em todos os setores produtivos, auxiliados pelas modernas técnicas de gerenciamento no sentido de minimizar o efeito danoso dos subprodutos ou até mesmo dos produtos inservíveis lançados ao meio ambiente. Resíduos orgânicos gerados pelas indústrias alimentícias acarretam problemas à saúde pública, como geração de maus odores, que são produzidos devido ao grande acúmulo de material orgânico e por falta de oxigênio, e a proliferação de vetores de doenças – moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.

Sendo assim, é possível agregar valor a estes resíduos através do incremento de novos processos produtivos, como por exemplo: a produção de proteínas microbianas sobre os resíduos agroindustriais a qual pode ser realizada por meio de fermentação semi-sólida que, além de requerer baixo investimento de capital e energia, praticamente não produz rejeitos; e pode ser aplicada em diversos substratos (ARAÚJO *et al.*, 2005).

A pecuária no Brasil é altamente dependente das variações quantitativas e qualitativas das forragens disponíveis decorrentes das condições climáticas. A precipitação pluviométrica, entre outros, é o principal fator climático que afeta o desempenho animal, através do seu efeito sobre o crescimento da pastagem (RUIZ *et al.*, 1999). De acordo com Oliveira *et al.* (2005) o tempo chuvoso no Nordeste, em geral, está compreendido entre os meses de março a agosto e durante este período não é necessário a compra de grandes quantidades de suplementos protéicos para a alimentação animal, em função da quantidade de massa verde no campo. No período de estiagem a compra é imprescindível, ou o uso de ração seca armazenada que sobrou do período de chuva, para a alimentação adequada dos animais. Por serem os resíduos sólidos agroindustriais ricos em nutrientes, toda e qualquer técnica que vislumbre seu aproveitamento na alimentação animal ou agrícola torna-se interessante, tendo em vista que a reciclagem desses nutrientes é recomendável (MATOS, 2005). A utilização de fontes alternativas de nutrientes, de baixo preço, pode colaborar na diminuição do custo de produção da carne bovina. Além do aspecto de agressão ambiental que os resíduos agroindustriais apresentam, o não aproveitamento dos mesmos constitui desperdício, uma vez que os resíduos podem ser fontes nutritivas para os ruminantes, pois são capazes de substituir componentes normalmente utilizados em rações, sem comprometer o desempenho dos animais que a estarão consumindo.

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas tropicais e, graças às suas condições de solo e de clima diversificadas, pode também dedicar-se ao plantio de frutíferas de clima temperado e subtropical, produtos com elevado potencial para o mercado externo (MORGADO *et al.*, 2004). Levantamentos preliminares mostram que as indústrias de processamento de frutas geram grandes quantidades de resíduos e que em geral estes resíduos são descartados no ambiente, misturando os oriundos das diferentes frutas. Um aproveitamento racional e eficiente desses resíduos como substrato para a produção de proteínas microbianas poderá dar

resultados satisfatórios na produção de rações, contribuindo também para minimizar os problemas de perdas na industrialização das frutas tropicais.

A produção de proteínas microbianas sobre os resíduos agroindustriais pode ser realizada por meio de fermentação semi-sólida que, além de requerer baixo investimento de capital e energia, praticamente não produz rejeitos, e pode ser aplicada em diversos substratos com resultados satisfatórios na produção de rações, contribuindo também para minimizar os problemas de perdas na industrialização das frutas tropicais (ARAÚJO *et al.*, 2005). Sendo assim, é possível agregar valor a estes resíduos através do incremento de novos processos produtivos, como por exemplo: a produção de proteínas microbianas sobre os resíduos agroindustriais a qual pode ser realizada por meio de fermentação semi-sólida que, além de requerer baixo investimento de capital e energia, praticamente não produz rejeitos; e pode ser aplicada em diversos substratos (ARAÚJO *et al.*, 2005). Com relação à grande produção de resíduos gerados em diversos segmentos das indústrias alimentares e em particular, pelas indústrias de sucos, pesquisas recentemente desenvolvidas têm demonstrado a viabilidade do uso de alguns resíduos de frutas como: casca e coroa do abacaxi, pedúnculo do caju, casca e albedo do maracujá, entre outros. Oliveira *et al.* (2006) estudaram o processo de enriquecimento nutricional dos resíduos do abacaxi, casca e coroa com a utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através de fermentação semi-sólida, avaliando a concentração inicial de leveduras e temperatura de fermentação sobre o teor protéico, utilizando a metodologia do planejamento fatorial completo e de superfície de resposta. Monteiro *et al.* (2011) verificaram que é possível processar misturas de resíduos de frutas para a obtenção dos enriquecidos protéicos, identificando valores operacionais de modo a assegurar condições favoráveis para o crescimento celular (MONTEIRO *et al.*, 2011).

Uma vez elaborado o produto enriquecido a ser utilizado na formulação de ração animal, será necessário desenvolver um estudo sobre a distribuição física visando otimizar a produção e a distribuição dos produtos enriquecidos obtidos a partir de resíduos de frutas para os clientes finais, de modo a viabilizar os rendimentos e diminuir o custo final do produto. De acordo com Moreira (2008), qualquer que seja o tipo de negócio em que esteja envolvida a empresa, as decisões sobre localização são estratégicas e fazem parte integral do processo de planejamento. Localizar significa determinar o local onde será a base de operações, onde serão fabricados os produtos ou prestados os serviços e onde se fará a administração do empreendimento. Desta forma, em se tratando de localização, nada poderá ser negligenciado. Para Corrêa *et al.* (2004), a localização de uma operação poderá afetar tanto sua capacidade de competir quanto outros aspectos, internos e externos. No que se refere a empresas manufatureiras a localização poderá afetar tanto os custos diretos como os custos de transporte, o custo da mão-de-obra, o custo e disponibilidade de energia, água e outros.

Este trabalho teve como objetivo realizar estudos sobre o processo de obtenção de enriquecidos protéicos para ração animal a partir de mistura dos resíduos agroindustriais do processamento das seguintes frutas: abacaxi, pedúnculo do caju e maracujá visando à melhor logística de distribuição e a minimização dos custos do produto final através de uma análise econômica. O estudo de caso envolveu a proposta de cenários para avaliar a melhor localização de uma unidade produtora no Estado de Sergipe.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Matéria-prima

A partir de resultados obtidos no Laboratório de Transferência em Meios Porosos, do Departamento de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia da UFCG, em Campina Grande – PB foi definido realizar estudo de caso utilizando os resíduos de indústrias de sucos e polpas de caju, abacaxi e maracujá: o bagaço de caju, a casca de abacaxi e casca e albedo de maracujá.

## 2.2 Processo de planejamento da rede

Neste processo, verificou-se a viabilidade em se obter o resíduo diretamente da fábrica, visando à redução dos custos logísticos. Uma vez identificada a melhor localização para a instalação da central de processamento do suplemento, o produto enriquecido deverá ser enviado para os potenciais consumidores do estado de Sergipe.

Desta forma, o planejamento da rede envolveu inicialmente os fornecedores da matéria-prima, especificamente as empresas processadoras de sucos de frutas, em seguida, estes resíduos serão direcionados para a central de processamento do suplemento, que deverá ser instalada na cidade da empresa de melhor localização, de preferência bem próximo ao local. Depois de processado o suplemento, estes serão comercializados da melhor forma para os possíveis produtores que utilizam ração animal, finalizando a cadeia de planejamento da rede logística.

## 2.3 Métodos para localização de unidades de operações

O método que foi utilizado, relacionado com a localização das unidades de operações, corresponde ao método do centro de gravidade tendo como finalidade encontrar a melhor forma de distribuição do suplemento, bem como, identificar o local mais próximo da matéria-prima necessária para a produção deste suplemento protéico. Segundo Corrêa *et al.* (2004) o método do centro de gravidade ou do centróide é uma técnica para localização de uma unidade operacional, dadas as localizações existentes de suas principais fontes de insumos e clientes, além dos volumes a serem transportados entre estes locais. Essa técnica é muitas vezes utilizada para localizar armazéns intermediários ou de distribuição, dadas as localizações das fábricas e dos clientes. Segundo Corrêa *et al.* (2004) o método do centro de gravidade ou do centróide é uma técnica para localização de uma unidade operacional, dadas as localizações existentes de suas principais fontes de insumos e clientes, além dos volumes a serem transportados entre estes locais. Essa técnica é muitas vezes utilizada para localizar armazéns intermediários ou de distribuição, dadas as localizações das fábricas e dos clientes.

Inicialmente, localizam-se em um *grid* simplificado as unidades já existentes. O propósito disso é estabelecer as distâncias entre os locais. Este método procura encontrar o centro de gravidade dos pontos que representam os locais existentes, levando-se em consideração os pesos, volumes transportados, ou a partir do ponto considerado ou para o ponto considerado. Neste caso, a resolução para este problema será feita mediante o cálculo das coordenadas do centro de gravidade da seguinte forma:

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i} \quad \text{Eq. 1}$$

$$C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

Cx = coordenada x (eixo horizontal) do centro de gravidade;

Cy = coordenada y (eixo vertical) do centro de gravidade;

dix = coordenada x do i-ésimo local;

d<sub>iy</sub> = coordenada y do i-ésimo local;

V<sub>i</sub> = volume de bens movimentados para ou do i-ésimo local.

### 3. Resultados e discussões

O estudo do enriquecimento protéico foi realizado por fermentação semi-sólida (FSS) utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo e mistura de resíduos destas frutas como substrato. Foi utilizada estufa com circulação de ar e em câmara climática com umidade relativa do ar controlada. As condições de operação foram: percentagem de leveduras entre 3 e 8%, temperatura de 33 e 35 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 80%.

Foi encontrado que a mistura de resíduos, mesmo em condições diversas das recomendadas, apresentou índice de enriquecimento protéico compatível com os relatados na literatura para os resíduos individuais, obtendo-se um produto com 20% de proteína bruta (b.s).

No intervalo estudado as melhores condições foram T = 35 °C, inóculo de 3% de levedura e 80% de umidade relativa. Nestas condições o consumo de açúcares redutores (a<sub>w</sub>) foi de 3,422% e a umidade final dos resíduos enriquecidos de 78,24%. (Monteiro *et al.*, 2011; Monteiro, 2012).

Mediante estudo de caso, através do método do centro de gravidade, foi analisado ponto de localização recomendada para a instalação de uma unidade produtora no estado de Sergipe do produto a ser desenvolvido. Supondo que existam cinco unidades instaladas em cidades distintas, e que deve ser realizada a distribuição do produto em estudo para estes locais, sendo que este produto deverá ser fabricado em Estância – SE, percebe-se que existe um problema de localização que deve ser solucionado. Neste caso, o problema do exemplo proposto consiste em identificar qual o melhor local para se instalar um armazém intermediário de distribuição entre a fábrica e os distribuidores independentes para que os custos de transporte sejam mínimos. Para a análise foram considerados os seguintes cenários:

Uma fábrica localizada no estado de Sergipe, na cidade de Estância: posição aproximada (coordenada x, 115) e (coordenada y, 50), e seus distribuidores localizados em: Aracaju: posição aproximada (coordenada x, 160) e (coordenada y, 105); Nossa Senhora do Socorro: posição aproximada (coordenada x, 150) e (coordenada y, 110); Itabaiana: posição aproximada (coordenada x, 120) e (coordenada y, 140) e Propriá: posição aproximada (coordenada x, 195) e (coordenada y, 205).

As quantidades hipoteticamente despachadas do produto fabricado em Estância para os distribuidores encontram-se na Tabela 1, conforme segue:

TABELA 1 – Quantidade do produto despachado da fábrica para cada distribuidor.



Local (SE)	Quantidades despachadas de/ou para o local (Kg)
Estância	1.000
Aracaju	250
Nossa Senhora do Socorro	150
Itabaiana	200
Propriá	150

A Figura 1 apresenta o mapa do estado de Sergipe em destaque. As fronteiras do estado estão destacadas em vermelho. Os marcadores azuis estão localizados sobre as quatro cidades abordadas: Aracaju, Boquim, Estância e São Cristóvão.

No primeiro cenário obteve-se, de forma aproximada, uma latitude de 10,9° 15,6' 34,1" S e uma longitude de 37° 24,6' 18" O. Tais coordenadas representam, de forma aproximada, ao mais ao sul que o ponto do segundo cenário, conforme pode ser observado na Figura 2

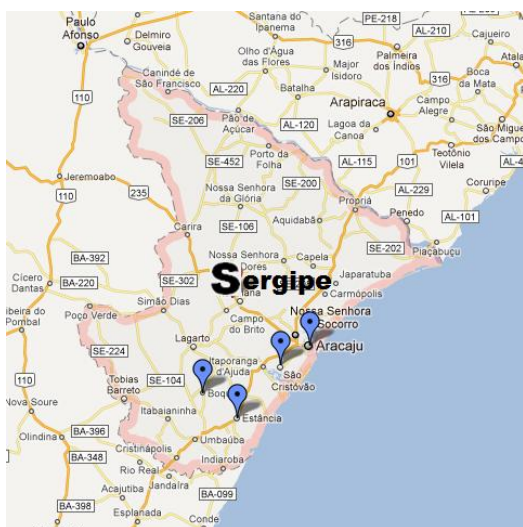


Figura 1. – Representação geográfica das cidades fornecedoras de matéria-prima

Fonte: Adaptado de maps.google.com.br.

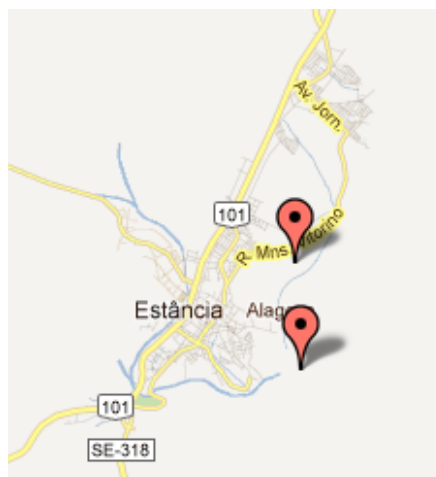


Figura 2. – Município de Estância e pontos de possível localização industrial

Fonte: Adaptado de maps.google.com.br.

De qualquer forma, é possível concluir que, mesmo não se sabendo a quantidade exata de resíduos gerados por cada indústria, a região do município de Estância consiste numa boa área para a construção de uma indústria processadora de resíduos de frutas uma vez que o município abriga duas grandes empresas produtoras de sucos (Maratá Sucos e Tropicfruit),

além de estar muito próximo dos municípios de Boquim (40,5 km), São Cristóvão (48,7 km) e Aracaju (66,6 km) que são sedes de outras empresas do setor de sucos/polpas de frutas.

As buscas por novas fontes de matéria-prima e processos industriais para a fabricação de rações animais vêm se tornando cada vez maior devido a exigências de cunho ambiental e econômico que se impõem às empresas. Nesse cenário, resíduos de frutas constituem matéria-prima amplamente disponibilizada em todo o Brasil. O estado de Sergipe, mais especificamente, conta com uma série de empresas produtoras de suco e polpa de frutas que geram, diariamente, grandes quantidades de resíduos de frutas que podem ser reaproveitados como matéria-prima para a produção de ração animal.

#### 4. Conclusões

A partir dos estudos de localização e considerando as capacidades de processamento das indústrias de sucos é possível concluir que a região do município de Estância é uma boa área para a implantação de uma indústria processadora de resíduos de frutas no Estado de Sergipe.

Os resultados obtidos no presente trabalho apontam para a viabilidade de realizar o enriquecimento de misturas contendo diversos resíduos de frutas processadas na indústria, visando sua utilização como suplemento protéico na formulação de ração animal ou mesmo, na alimentação humana tendo em vista que, além de ser obtido um produto de alto valor agregado, o seu processamento contribui para diminuir riscos ambientais causados pela inadequada deposição dos resíduos das indústrias processadoras de sucos de frutas.

#### Referências

**ARAÚJO, L. de F.; OLIVEIRA, L.S.C.; PERAZZO NETO, A.; ALSINA, O.L.S.; SILVA, F.L.H. da.** *Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: relação com a umidade ótima para fermentação sólida.* Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 379-384, 2005.

**CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.** *Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica.* São Paulo: Atlas, 2004.

**MATOS, A.T. de.** *Apostila do Curso sobre Tratamento de Resíduos Agroindustriais - Tratamento de resíduos agroindustriais.* Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV. Universidade Federal de Viçosa. Fundação Estadual do Meio Ambiente Maio de 2005.

**MONTEIRO, L.F.** *Estudo da viabilidade produtiva na obtenção de enriquecidos protéicos para ração animal a partir de resíduos de frutas.* 2012. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos - Universidade Federal de Campina Grande.

**MONTEIRO, L. F.; LEITE, N. J.; SILVA, F. L. H.; ALSINA, O. L. S.** *Enriquecimento de misturas de resíduos utilizando Saccharomyces cerevisiae.* In: SINAFERM2011 XVII Simpósio Nacional de Bioprocessos, 2011, Caxias do Sul - RS, 2011.

**MOREIRA, D.A.** *Administração da produção e operações.* 2ª ed., São Paulo: Cengage Learning, 2008.

**MORGADO, I.F., AQUINO, C.N.P., TERRA, D.C.T.** *Aspectos econômicos da cultura do abacaxi: sazonalidade de preços no Estado do Rio de Janeiro*. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 44 – 47, 2004.

**OLIVEIRA, M.M.; CAMPOS, A.R.N.; GOUVEIA, J.P.G.; SILVA, F.L.H. da.** *Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial de casca do abacaxi (Ananascomosus (L.) Merr)*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 565 - 569, 2005.

**OLIVEIRA, M.M.; CAMPOS, A.R.N.; SILVA, F.L.H. da.** *Enriquecimento nutricional dos resíduos do abacaxi (Ananás comosus L. Mer)*. Revista UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, v. 13, n. 24. Outubro de 2006. ISSN 1517-3275. X INIC – Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI EPG – Encontro Latino Americano de Pós Graduação.

**PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S. de; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B.** *Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais*. Comunicado Técnico, 102. 1ª edição. EMBRAPA. ISSN 1679-6535, Agosto, 2005. Fortaleza – CE.

**RUIZ, M.E., THIAGO, L.R.L.S., COSTA, F.P.** *Alimentação de bovinos na estação seca: princípios e procedimentos*. EMBRAPA, Campo Grande, MS, 1999.